ZUR

PHYSIOLOGIE DES GUANINS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

DER HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTAET

AN DER

KÖNIGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

UNTER DEM PRÄSIDIUM

DES HERRN OBER-MED.-RATH PROF. DR. v. VOIT

VORGELEGT VON

CARL WEINLAND

APPROB. ARZT

AUS HOHEN-WITTLINGEN WÜRTTEMBERG.

MÜNCHEN 1888.

DRUCK VON M. ERNST (VORM. G. POLLNER).

ZUR

PHYSIOLOGIE DES GUANINS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHILFE

DER HOHEN MEDICINISCHEN FAKULTAET

AN DER

KÖNIGL. LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

UNTER DEM PRÄSIDIUM

DES HERRN OBER-MED.-RATH PROF. DR. v. VOIT

VORGELEGT VON

CARL WEINLAND

APPROB. ARZT

AUS HOHEN-WITTLINGEN WÜRTTEMBERG.

MÜNCHEN 1888.

DRUCK VON M. ERNST (VORM. G. POLLNER).

Nach den bekannten Angaben von E. v. Gorup-Besanez und Fr. Will[1]) findet sich in den Spinnenexcrementen (Epeira diadema) Guanin vor. Da Professor Voit in mehreren Fällen, wo ihm allerdings nur kleine Mengen dieser Excremente zu Gebote standen, zweifelhafte Resultate erhalten hatte, er ferner die von Gorup-Besanez und Will ausgesprochene Vermuthung, dass das Bojanus'sche Organ von Anodonta ebenfalls Guanin enthalte, nicht bestätigen konnte[2]), und auch manche Ablagerungen in pathologischen Fällen, z. B. im Schinken, sich als nicht aus Guanin, wie behauptet worden war, sondern aus Tyrosin bestehend erwiesen[3]), so forderte er mich auf, Spinnenexcremente in grösserer Menge zu sammeln und in seinem Laboratorium auf Guanin zu prüfen.

Nachdem diese Untersuchungen, deren nähere Beschreibung unten nachfolgt, zu einer Bestätigung der Angabe von Gorup-Besanez und Fr. Will geführt

---

[1]) E. v. Gorup-Besanez und Fr. Will. Gelehrte Anzeigen der Bayr. Akademie 233, 22. Nov. 1848, p. 828. — Ann d. Chem. u. Pharm. 69, 1849. p. 117.

[2]) C. Voit, Anhaltspunkte für die Physiologie der Perlmuschel. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie X, pag. 6.

[3]) C. Voit, Notiz über Ablagerungen von Tyrosin auf thierischen Organen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie XVIII, p. 301.

hatten, schlug mir Professor Voit vor, das bis jetzt über das Vorkommen und die physiologische Bedeutung des Guanins überhaupt Bekannte zum Zweck meiner Dissertation gesichtet zusammenzustellen.

I. Das Vorkommen des Guanins.

Um den Erörterungen des folgenden Kapitels nicht vorzugreifen, müssen wir hier bei der Darstellung der Verbreitung des Guanins die verschiedenen Fundorte nach solchen Gesichtspunkten gruppiren, wie sie eine oberflächlichere Betrachtung nahe legt und die physiologische Bedeutung hier erst in zweiter Linie berücksichtigen.

Durch die Darlegungen dieses und des folgenden Kapitels wird diese Gruppirung in nicht unwesentlichen Punkten eine Modifikation erfahren.

Es lassen sich dann etwa folgende vier Hauptgruppen von Fundorten des Guanins aufstellen:

1. Die Excremente niedriger und höherer Thiere, und im Anschluss daran die Befunde an einigen den Nieren entsprechenden Organen niederer Thiere;

2. Die Hautgebilde und andere Gewebe kaltblütiger Wirbelthiere, welche das reine Guanin oder die Kalkverbindung desselben abgelagert enthalten;

3. Gewebe und (zellhaltige) Säfte thierischer und pflanzlicher Organismen, aus welchen das Guanin in sehr geringen (selten etwas bedeutenderen) Mengen dargestellt werden kann, wobei dasselbe jedoch ganz oder theilweise durch die Behandlungsweise des Organs aus höher zusammengesetzten Stoffen erst entstanden sein kann;

4. Organe und Excrete in pathologischen Fällen.

1. Guanin in Excrementen sowie in den Nieren.

Wenn wir hier die Vorkommnisse des Guanins in Excrementen zusammenfassen, so ist die Frage zunächst ausdrücklich ausser Acht gelassen, ob dasselbe ein Stoffwechselprodukt der betreffenden Art oder als ein Bestandtheil der Nahrung nur ein Residuum der letzteren ist.

a) bei Wirbelthieren.

Entdeckt wurde bekanntlich das Guanin von Bodo Unger[1]) im Peruguano, also den Excrementen von Seevögeln, wo es sich konstant, wenn auch nicht in beträchtlicher Menge, findet; im afrikanischen Guano ist es weit spärlicher vorhanden. Ueberhaupt kommt es in nennenswerther Menge nur im Guano der regenlosen Zonen vor, und da dieser erschöpft zu sein scheint, enthält der Guano des heutigen Handels nur sehr wenig Guanin.

Ausserdem wurde das Guanin in Vogelexcrementen nur noch einmal gefunden. Dieselben stammten von einem Fischreiher (Ardea cinerea), der mit Fischen und Rindfleich gefüttert wurde. Die Menge des Guanins war nach E. Härter[2]) eben hinreichend, um die Diagnose zu sichern.

Dagegen liess sich aus den Excrementen von Gänsen und Hühnern kein Guanin gewinnen. Ja

---

[1]) Poggendorff's Ann. 65, p. 222. — Ann. d. Chem. und Pharm. 51, p. 395. 1845.

[2]) E. Härter, Hoppe-Seyler's med. chem. Untersuchungen 1871, p. 504.

W. Kühne[1]) erhielt bei Enten selbst bei Fischfütterung, die er 4 bis 5 Tage fortsetzte, kein Guanin in den Excrementen, wohl aber viele durchsichtige Reste zum Theil macerirter Schuppen.

Mit diesem Resultat stimmt dasjenige überein, welches Kerner[2]) bei Fütterung eines Kaninchens mit Guanin erhielt. Dasselbe bekam täglich 3—10 gr von diesem Stoff mit der Nahrung zugeführt. Die Folge war eine Vermehrung des täglich ausgeschiedenen Harnstoffes von 2,8 auf 7 gr. Im Harn fand sich kein Guanin, wohl aber ein klein wenig in den Excrementen.

Dagegen existirt für den normalen Harn des Schweins eine Angabe von G. Salomon[3]), nach der er aus diesem Harn neben Xanthin in Spuren einen Stoff gewonnen hat, der wahrscheinlich aus Guanin bestand.

Ebenso wurde von Domenico Pecile[4]) aus dem Harn eines (scheinbar an Gicht leidenden) Schweines, das nur Kleie als Futter erhalten hatte, ein Stoff isolirt, der sich wie Guanin verhielt: im Niederschlag der ammoniakalischen Silberlösung, welche zur Bestimmung des Xanthins mit Salpetersäure behandelt wurde, schieden sich beim Erkalten Krystalle vom Habitus

---

[1]) W. Kühne u. H. Sewall, Zur Physiologie des Sehepithels, bes. d. Fische. Untersuch. a. d physiol. Institut d. Universität Heidelberg III, 221 Anm. 1880.

[2]) Ann. d. Chem. u. Pharm. 103, 249 1857.

[3]) G. Salomon, Ueber die chem. Zusammensetzung des Schweineharns. Virchow's Archiv 95, p. 527. 1884.

[4]) Domenico Pecile, Guanin im Schweineharn. Liebig's Ann. 183, p. 141. 1876.

des Salpetersäureguaninsilbers ab; auch durch sein sonstiges Verhalten wurde der Körper als Guanin erkannt. In 1 Liter Harn fand sich 6,8 mgr Guaninsilber (neben 3,4 mgr Xanthin).

Die Excremente der vielen kaltblütigen Wirbelthiere, welche Guanin in ihren Geweben abgelagert enthalten, haben bis jetzt durchweg negative Resultate hinsichtlich dieses Stoffs geliefert. Chemisch bekannt sind die Excremente der Frösche, der Schlangen u. a.; die des Chamäleons wurden von Krukenberg[1]) untersucht. Mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit enthalten auch die Excremente der Fische kein Guanin; doch liegen hier noch zu wenig Untersuchungen vor.

Diese sämmtlichen Befunde geben uns noch kein Recht, im Guanin einen normalen, aus dem Stoffwechsel stammenden Excretionsstoff der Wirbelthiere — das Schwein ausgenommen — zu sehen. Auf sein Vorkommen im Guano werden wir im folgenden Kapitel zurückkommen.

b) bei Wirbellosen.

Unter den Excrementen niederer Thiere findet sich Guanin in denen der Arachnoideen. Zuerst hatte J. Davy angegeben, dass sich in den Excrementen der Kreuzspinne ein Stoff mit den Eigenschaften des Xanthicoxyds (Xanthins) finde, und Unger hatte diesen Stoff für identisch mit dem von ihm beschriebenen Guanin gehalten.

---

[1]) A. Ewald und C. Fr. W. Krukenberg, Ueber die Verbreitung des Guanins, bes. über sein Vorkommen in der Haut von Amphib. u. s. f. Untersuchungen a. d. physiol Institut d. Univ. Heidelberg IV. p. 253. 1881.

Später haben, wie Eingangs erwähnt, Fr. Will und E. v. Gorup-Besanez Untersuchungen an den Excrementen von Epeira diadema angestellt. Nach ihren Mittheilungen gaben sowohl das salpetersaure Guanin (verfilzte Nadeln) als die ursprünglichen Excremente mit Salpetersäure abgeraucht, einen citronengelben Rückstand, der sich bei Zusatz von Ammoniak tief gelbroth färbte. — Ein Befund, der nicht stimmt, ist der, dass der fragliche Stoff mit Wasser und concentrirter Salzsäure in sechsseitigen Blättchen krystallisirt sei. — Nach den Verfassern macht das Guanin bei weitem den Hauptbestandteil der Spinnenexcremente aus; doch waren sie bisweilen durch Hautüberreste der Insekten verunreinigt und dann bräunlich statt, wie gewöhnlich, weisslich oder weissgelb gefärbt.

Professor Voit war, wie vorhin gesagt, in zwei Fällen nicht im Stande, in den Excrementen von Kreuzspinnen, welche allerdings nur in spärlicher Menge zur Verfügung standen und sehr dunkel gefärbt waren, mittelst der gewöhnlichen Reaktionen Guanin mit Sicherheit nachzuweisen, da die Excremente sehr verunreinigt waren und sehr dunkel gefärbte Lösungen gaben, während das Guanin in dem Inhalt der Schwimmblase von Argentina sphyraena und in der aus den Schuppen der Lachse hergestellten Perlenessenz mit Leichtigkeit zu finden war[1]). Die Excremente befanden sich als kleine weisse Partikelchen zwischen Spinnweben und Ueberresten der verzehrten Insekten. Sie gaben beim Abrauchen mit Salpetersäure nicht eine schön citronengelbe, sondern eine mehr

[1]) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie XV. p. 515. 1865.

gelbbraune Färbung. Die Partikelchen lösten sich in Sodalösung mit brauner Farbe auf; die Lösung gab mit Essigsäure einen Niederschlag, der in verdünnter Salzsäure sich löste und durch Ammoniak wieder gefällt wurde. Das durch Ammoniak Gefällte war von graubrauner Farbe, nahm mit Salpetersäure eine röthlichbraune Färbung an und zeigte abgeraucht stellenweise eine dunkelgelbe, stellenweise eine rothbraune Färbung. Der Rest des durch Ammoniak Ausgefällten wurde zur Reinigung in heissem Wasser gelöst, wonach beim Abdampfen der Lösung eine weissliche Masse zurückblieb, welche mit Salpetersäure abgeraucht an einzelnen Stellen die citronengelbe Farbe des Guanins, an anderen Stellen die rothe der Harnsäure lieferte. Die gelben Stellen färbten sich durch Ammoniak gelbroth, die rothen violett. Der Antheil der Harnsäure erschien ziemlich beträchtlich.

Da die Gegenwart von Guanin in den Excrementen der Spinnen von gewisser Bedeutung ist, so habe ich auf den Wunsch von Professor Voit die Excremente von 5 Stück Epeira diadema und 2 Stück Epeira angulata in der Zeit von etwa sechs Wochen gesammelt, nachdem ich früher eine kleine Menge der Substanz von nur einem Stück der Epeira diadema erhalten hatte. Die Thiere befanden sich einzeln in Kästchen, die, wie es schon bei Will und Gorup-Besanez geschah, oben mit Flor überbunden waren, und deren Boden eine Glasplatte bildete, auf welche die leicht abschabbaren Excremente niederfielen.

Die auf der Glasplatte befindlichen eingetrockneten Excremente stellen sich als rundliche, sehr dünne Häufchen dar, von 4—10 mm Durchmesser und gelblichweisser oder gelblicher oder auch röthlicher

Farbe. In der Mitte der Häufchen befinden sich zumeist eine Anzahl ziemlich regelmässig geformter, 1—2 mm langer, schwarzer Partikelchen, unverdaute Reste der von den Spinnen verzehrten Insekten.

Eine Probe der mit einem Messer von der Glasplatte abgeschabten Excremente gab, mit Salpetersäure auf dem Tiegeldeckel abgeraucht, eine gelbe Farbe, aber nicht eine hell citronengelbe, sondern eine mehr dunkelgelbe; die Reaction war jedoch so, dass sie mit Wahrscheinlichkeit die Gegenwart von Guanin anzeigte; durch Zusatz von Aetzammoniak zu dem mit Salpetersäure abgerauchten Rückstand tritt eine rothgelbe oder bräunlichgelbe Färbung auf.

Um die Substanz von den färbenden, die Reaktion auf Guanin verderbenden Beimengungen zu befreien, wurden die Excremente in Wasser gebracht, welches sich bräunlich färbte und eine ziemlich stark saure Reaktion annahm. Abgedampft hinterliess die wässrige Lösung einen dunkelbraunen Rückstand, der aber keine Gallensäurereaktion gab. — Der weitaus grösste Theil, der sich unter dem Mikroskop als aus feinsten amorphen Körnchen bestehend erwies, blieb ungelöst. Das in Wasser Unlösliche wurde mit Alkohol erschöpft, in den noch weniger überging wie in das Wasser; die alkoholische Lösung war hellgelb gefärbt und reagirte schwach sauer; auch in ihr konnte keine Gallensäurereaktion erhalten werden.

Das in Wasser und Alkohol Unlösliche hatte eine hellere Färbung angenommen und löste sich in verdünnter Salzsäure bis auf die erwähnten Insektenreste leicht auf. Beim Uebersättigen der salzsauren Lösung mit Ammoniak trat ein dicker weisslicher Niederschlag

auf. Dieser Niederschlag gab, mit Salpetersäure auf dem Tiegeldeckel abgeraucht, eine Gelbfärbung, die an einzelnen Stellen röthliche, an Murexid erinnernde, aber wohl nur durch Farbstoffe bedingte Flecken zeigte; Ammoniak brachte eine tief rothgelbe, keine violette Färbung hervor. Da Xanthin oder Sarkin oder Tyrosin nicht durch Ammoniak ausfallen, sondern sich darin leicht lösen, so erscheinen diese Stoffe ausgeschlossen.

Das durch Ammoniak aus der salzsauren Lösung Gefällte wurde nun zur weiteren Reinigung abermals in verdünnter Salzsäure gelöst und letztere Lösung bis auf einige Cubikcentimeter abgedampft. Es schieden sich daraus beim Stehen grosse scheibenförmige Drusen aus, welche aus langen, radiär gestellten Krystallnadeln (salzsaurem Guanin) bestehen. Die Krystalle sind noch nicht ganz rein; denn sie zeigen nach dem Auspressen zwischen Papier noch eine röthliche Färbung, aber sie geben nach dem Abrauchen mit Salpetersäure einen pomeranzengelben Rückstand, so dass die Gegenwart von Guanin sicher erwiesen war; der Rückstand färbte sich mit Ammoniak intensiv gelbroth.

Die Krystalle des salzsauren Guanins zeigen die von Capranika[1]) angegebenen Reaktionen. Mit kaltgesättigter Lösung von Pikrinsäure erwärmt, lösten sich die Krystalle Anfangs auf, bald aber fielen ziemlich grosse, spiessige, gelbe Krystalle aus. — Mit einer concentrirten Lösung von Ferricyankalium fielen nach einiger Zeit gelbbraune, zu Büscheln gruppirte Krystalle

[1]) Steph. Capranika, Vorl. Mittheilung einiger neuer Guaninreaktionen. Zeitschr. f. physiol. Chemie IV, 233. 1880.

heraus. — Desgleichen entstanden bei Zusatz einer Lösung von chromsaurem Kali orangefarbene, in Sternform geordnete Prismen sowie feinste spiessige Krystalle.

Die von dem aus der salzsauren Lösung durch Ammoniak entstandenen Niederschlag abfiltrirte ammoniakalische Lösung wurde zur Trockene abgedampft. Der grösstentheils aus Chlorammonium bestehende Krystallbrei gab, mit Salpetersäure abgeraucht, eine ziemlich deutliche Murexidreaktion, daneben ganz schwach die gelbe Färbung des Guanins Um das Chlorammonium zu entfernen, wurde der Krystallbrei mit wenig Wasser versetzt, der geringe Rückstand abfiltrirt und mit Salpetersäure und Ammoniak behandelt. Es konnte so sehr deutlich und völlig sicher Harnsäure durch die purpurviolette Färbung, wie in den früher untersuchten unreinen Excrementen, nachgewiesen werden. Die kleinen Mengen der in den Excrementen vorhandenen Harnsäure hatten sich offenbar in der verdünnten Salzsäure gelöst und waren durch Ammoniak nicht gleich herausgefallen.

Eine Probe der von einer einzigen Kreuzspinne, wie vorher erwähnt wurde, angefallenen geringen Menge von Excrementen, welche nur wenig gefärbt war und welcher kaum etwas von den schwarzen Partikelchen beigemengt war, gab beim Abrauchen mit Salpetersäure sofort den citronengelben Rückstand neben stellenweise bräunlicher Färbung; Zusatz von Ammoniak liess die tief gelbrothe Färbung hervortreten. Diese reineren Excremente wurden nun in verdünnter Salzsäure gelöst und mit Ammoniak übersättigt, wobei zunächst nichts ausfiel, wohl aber nach einigen Tagen,

als der Ammoniaküberschuss verdunstet war. Das ausgefallene weisse Pulver gab, mit Salpetersäure abgeraucht, die schönste Guaninreaktion ohne jede Spur von Harnsäurereaktion. Es ist also nicht in allen Fällen in den Excrementen der Kreuzspinne neben Guanin Harnsäure vorhanden.

Es ist somit durch diese Untersuchungen sicher gestellt, dass der grösste Theil der Excremente der Kreuzspinnen aus Guanin besteht, und dass in einzelnen Fällen geringe Mengen von Harnsäure darin vorkommen.

Ausserdem haben sich als guaninhaltig die Excremente zweier exotischer Arachnoideen, des Scorpio murensis und des verwandten Buthus occitans, erwiesen. Die bezüglichen Angaben C. Davy's[1]) hat Fr. Krukenberg[2]) bestätigt. Er fand die stecknadelkopfgrossen Excremente aus reinem Guanin bestehend; beim Abrauchen mit Salpetersäure erhielt er einen gelben Fleck, der sich bei Zusatz von Natronlauge tief orangeroth färbte. Harnsäure konnte er nicht darin nachweisen.

Dass wir es hier mit dem aus dem Stoffwechsel herrührenden Excretionsstoff dieser Thiere und nicht mit Residuen der Nahrung zu thun haben, ist bei der relativen Menge desselben in den Excrementen wohl unzweifelhaft. In der That wurde auch bei den Insekten, welche ja ausschliesslich die Nahrung dieser

[1]) C. Davy, Transact. of the r. soc. of Edinburgh. T. 21, p. 547. 1857.

[2]) Fr. W. Krukenberg, Untersuchungen des Fleischextracts verschiedener Fische und Wirbellosen. Untersuchungen aus dem physiol. Institut der Universität Heidelberg IV, p. 42 Anm. 1881.

Thiere bilden, bisher noch nie Guanin, wohl aber Harnsäure (im Harn derselben) in reichlicher Menge nachgewiesen.

c) in den Nieren.

Wir erörtern an dieser Stelle noch anhangsweise die Angaben verschiedener Autoren über Guanin, das sich in den Nieren oder den denselben entsprechenden Organen niederer Thiere finden soll, theils weil sich diese Befunde unter den anderen Rubriken noch weniger unterbringen lassen, theils weil die Verfasser das hier gefundene Guanin fast durchweg als mit den Excreten in engster Beziehung stehend, beziehungsweise als Ausscheidungsstoff betrachtet haben.

Die Thiere, um die es sich hier handelt, sind — wenn wir von ausgesprochenen Vermuthungen absehen — fast ausschliesslich Weichthiere und zwar Cephalapoden, Gastropoden und Acephalen.

Die älteste Angabe ist die schon erwähnte von Fr. Will und E. v. Gorup-Besanez (l. c.), welche es für wahrscheinlich halten, dass sich im Bojanus'schen Organ von Anodonta sowie im grünen Organ des Flusskrebses Guanin findet.

Die letztere Angabe, welche auch hinsichtlich der Thierspezies ganz isolirt dasteht, ist ohne Bestätigung geblieben.

Die erstere Angabe hat C. Voit[1]) durch eingehende Untersuchungen als nicht zutreffend erwiesen. Derselbe zog getrocknete Bojanus'sche Organe von Anodonta mit Kalilauge aus und erhielt beim Neutra-

[1]) C. Voit, Anhaltspunkte für die Physiologie der Perlmuschel, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie X, pag. 6.

lisiren der Lösung durch Kohlensäure keinen Niederschlag, ebensowenig beim Versetzen mit Salmiak. Voit fand überhaupt keinen der stickstoffhaltigen, der regressiven Metamorphose angehörigen Stoffe im Bojanus'schen Organ. Dagegen fand sich die Erklärung für die Vermuthung von Fr. Will und v. Gorup-Besanez, sofern Stückchen der Bojanus'schen Organe von Anodonta und Unio beim Abrauchen mit Salpetersäure einen gelben Rückstand hinterliessen, der sich bei Zusatz von Ammoniak und Aetzkali intensiv gelb färbte. Die gleiche Reaktion gab auch der Schliessmuskel von Unio. Voit führt dieselbe auf das Eiweiss der Muschel zurück.

Sodann hat Leon Frederic[1]) den Urin und die Nieren von Octopus untersucht. Der Urin, welchen er aus den Blindsäcken des Peritoneums gewann, enthielt weder Guanin, noch Harnstoff, noch Harnsäure. In diesem Harn waren nach Frederic's Angaben solide Körperchen suspendirt, Epithelzellen, Kalkkügelchen und dergleichen. — Daneben befinden sich »auf der Oberfläche der drüsenförmigen Anhänge der Venen«, welche die obige Flüssigkeit abscheiden und die Bedeutung von Nieren haben, Concremente (concrétions pierreuses), welche beim Abrauchen mit Salpetersäure eine glänzende citronengelbe Reaktion (»un enduit brillant d'un beau jaune citron«) geben; bei Zusatz von Ammoniak trat die Murexidreaktion nicht ein; dagegen färbte ein Tropfen Kalilauge die Masse roth; beim Erhitzen wurde aus dem Roth Violett. Frederic

[1]) Léon Frederic, sur l'organisation et la physiologie du Poulpe. Bull. de l'acad. r. de Belgique, Ser. II, T. 46, p. 744. 1878.

selbst stellt auf Grund der Reaktionen die Diagnose auf Guanin oder Xanthin. Die Differentialdiagnose durch andere Reaktionen zu prüfen, gestattete die geringe Menge des zu Gebot stehenden Materials nicht.

Abgesehen von der unentschiedenen Frage, ob wir es bei dem Fall von Frederic mit Guanin oder Xanthin zu thun haben, besitzen wir offenbar noch keinen Anhaltspunkt, in diesem Körper einen im Harn befindlichen Excretionsstoff zu sehen. Eher scheinen diese »auf der Oberfläche des Gewebs« abgelagerten, aber offenbar in festem Zusammenhang mit demselben befindlichen Concremente an die später zu erörternden Ablagerungen von Guanin im Gewebe zu erinnern.

Weiterhin haben Krukenberg[1]) und Goronowitsch Untersuchungen der Nieren von Helix-Arten gemacht, welche leider nur sehr kurz hinsichtlich des Resultats bekannt gegeben werden. Krukenberg, der nämlich bis dahin wie Jakobson, G. Meckel und Mylius bei wiederholten Untersuchungen stets nur Harnsäure in den Nieren von Helix pomatia gefunden hatte, traf einmal und zwar im Monat November in den Nieren von 8 aus Würzburg stammenden Exemplaren nur Guanin an. Goronowitsch fand in demselben Monat bei einer Anzahl Exemplare von H. hortensis, die ebenfalls aus Würzburg stammten, in den Nieren theils nur Guanin, theils Harnsäure, theils endlich beide Stoffe in wechselnden Mengen nebeneinander. Es sind also, worauf Kruken-

[1]) A. Ewald und C. Fr. W. Krukenberg, Ueber Besonderheiten der Guaninablagerung bei Fischen. Zeitschr. f. Biologie 19, p. 154 Anm. 1883.

berg hinweist, lokale und temporäre Einflüsse nicht maassgebend für das Auftreten des einen oder des andern Stoffs; ebensowenig aber die Nahrung, denn die Thiere waren 1 –2 Wochen vor der Untersuchung ohne solche gehalten worden. Es scheint also, dass wir es hier mit einem nur zeitweise in dem Organ auftretenden Stoffwechselprodukt zu thun haben. Wir werden auf diesen durch das inkonstante Auftreten merkwürdigen Befund zurückkommen. — Diese Angaben sind die einzigen, aus denen sicher das Vorkommen von Guanin in den Nieren hervorgeht.

Wir nennen hier kurz noch einige Vermuthungen, nach welchen Guanin auch bei Würmern und Echinodermen in Organen, die mit der Excretion in Beziehung gebracht werden, vorkommen soll. Sie sind sämmtlich durchaus unbewiesen.

v. Carus[1]) vermuthet Guanin in den sogenannten Mastdarmblindsäcken von Asteracanthion rubens und Solaster papposus, sowie in dem Cuvier'schen Organ von Holothuria pentactes und Cucumaria frondosa; Lieberkühn[2]) in den Concrementen aus dem Canalsystem von Distomum hystrix und Sommer[3]) im Wassergefässinhalt von Taenia solium.

2. Guanin, in Geweben kaltblütiger Wirbelthiere abgelagert.

Eine andere Gruppe von Fundorten des präformirten Guanins im normalen Organismus bilden die Gewebe, besonders Hautgebilde kaltblütiger Wirbel-

[1]) v. Carus, System der vergl. Morphologie p. 148. 1858.

[2]) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852, p. 561.

[3]) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie 24, p. 515. 1874.

thiere, wo sich dasselbe entweder unverbunden und dann in der Regel in amorphen Massen, seltener krystallinisch, oder in Verbindung mit Kalk, und dann immer krystallinisch, abgelagert findet.

Das Guanin liess sich hier nach unten bis zu den Cyklostomen, nach oben bis zu den Krokodiliern nachweisen. Am reichlichsten und auch hinsichtlich des Ortes der Ablagerung am mannigfaltigsten verbreitet findet es sich bei den Teleostiern.

a) bei den Fischen.

Nachdem v. Wittich[1]) die irisirenden Krystalle der Schuppen, welche den Metallglanz der Fische hervorbringen, auf Grund chemischer Untersuchungen für eine Verbindung eines organischen stickstoffhaltigen Körpers mit anorganischen Salzen erklärt hatte, untersuchte M. Barreswil[2]) die irisirenden Krystalle der sogenannten Perlenessenz, welche, aus einer Infusion von Schuppen eines Weissfisches (Alburnus lucidus) mit Ammoniak und Hausenblase bereitet, in Paris zur Verfertigung künstlicher Perlen verwendet wurde, und fand sie aus einem organischen Körper bestehend, der die Reaktionen des Guanins gab. Derselbe war unlöslich in Wasser, Essigsäure und Ammoniak, löslich in Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure, und bildete mit diesen Säuren krystallisirbare Salze; auch gab der Stoff die charakteristische gelbe Reaktion beim Abrauchen mit Salpetersäure. Der gelbe Rückstand färbte sich bei Zusatz von Kali roth. — Von den Krystallen nimmt Barreswil also an, dass sie aus unverbundenem Guanin bestehen.

[1]) v. Wittich, Müller's Archiv 1854 p. 265.

[2]) M. Barreswil, Comptes rendues T. 53, p. 241. 1861.

Voit[1]), der diese Perlenessenz ebenfalls untersuchte, fand die irisirenden Krystalle aus Guaninkalk bestehend. Dieselben erschienen unter dem Mikroskop als kleine, matte Täfelchen, welche »als dünne Blättchen durch Interferenz das Farbenspiel hervorbrachten.« Dieselben entwickelten, auf Platinblech erhitzt, den Geruch nach verbranntem Horn und liessen schliesslich eine weisse Asche zurück, enthielten also organische und unorganische Stoffe. Die Krystalle, welche in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich waren, lösten sich leicht in verdünnten Mineralsäuren und fielen aus diesen Lösungen bei Zusatz von Ammoniak in Flocken aus, die sich unter dem Mikroskop als aus kleinen Körnchen bestehend erwiesen. Die spiessigen Krystalle des salzsauren Guanins wurden bei Befeuchtung der ursprünglichen Krystalle mit koncentrirter Salzsäure erhalten. — Die verbleibende Asche musste aus den Krystallen stammen, da die Flüssigkeit, in der sie sich befanden, nur Spuren von Asche hinterliess. Die Asche der Krystalle reagirte alkalisch (die trockenen in Wasser aufgenommenen Krystalle neutral); sie war nur zum Theil in Wasser löslich, in Säuren löste sie sich unter Kohlensäureentwicklung (die Krystalle ohne diese); aus der salzsauren Lösung der Asche wurde durch Ammoniak kein Niederschlag ausgefällt, wohl aber durch nachträglichen Zusatz von Essigsäure und oxalsaurem Ammoniak ein solcher von oxalsaurem Kalk. — Der von Voit durch Auflösen des Guanins in

[1]) v. Siebold, die Süsswasserfische von Mitteleuropa p. 158. 1863. — C. Voit, über die in den Schuppen und der Schwimmblase von Fischen vorkommenden irisirenden Krystalle. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie XV, 4. Heft, p. 515. 1865.

heissem Kalkwasser und Eindampfen des Filtrats dargestellte amorphe Guaninkalk hatte wohl alle chemischen Eigenschaften des natürlichen Guaninkalks, aber die irisirenden Krystalle waren trots längerer Bemühungen nicht zu erhalten. Voit ist daher der Ansicht, dass sich im Organismus des Thiers besondere Bedingungen zur Krystallisation finden.

Der Verfasser macht noch darauf aufmerksam, dass in den Fischschuppen viel Kalksalze aufgehäuft sind, weshalb auch hier die Gelegenheit zu einer Verbindung des Guanins mit Kalk gegeben ist, welche in Wasser leichter löslich ist als unverbundenes Guanin.

Später untersuchte Voit[1]) auch die silberglänzenden Krystalle, die in den Wandungen der Schwimmblase von Argentina Sphyraena, dem in den römischen Gewässern vorkommenden Fischchen, eine breiige Masse bilden.

Dieselben werden zur Herstellung der römischen Perlen verwendet. Diese Krystalle nun erwiesen sich als aus unverbundenem Guanin mit geringen Beimengungen von Fett und Fettsäuren bestehend. Dieselben liessen sich mit Wasser leicht aufschwemmen und sanken ziemlich rasch zu Boden. Dieser Bodensatz klebt beim Trocknen zu glitzernden, fettig sich anfühlenden Platten zusammen. Letztere erweisen sich unter dem Mikroskop als aus kleinen Täfelchen zusammengesetzt »mit zwei entgegengesetzten spitzen Endflächenwinkeln und vier mittleren, durch ein abstumpfendes Flächenpaar entstandenen Winkeln.« — Die Krystallmasse verbrennt auf dem Platinblech mit

[1]) Die zuletzt citirte Abhandlung.

Flamme unter Geruch nach verbranntem Horn zu einer schwer verbrennlichen Kohle, die zuletzt, ohne irgend einen Rückstand zu hinterlassen, sich oxydirt, so dass unorganische Stoffe von vornherein auszuschliessen sind. Beim Abkochen mit Salzsäure löst sich die Masse mit bräunlicher Farbe, wobei ein geringer Rückstand bleibt. Die Lösungen des Krystallbreies in fixen Alkalien hatten einen eigenthümlichen thranigen Fischgeruch. Auch ergab die Krystallmasse bei der Verbrennung nur einen Stickstoffgehalt von 36,42 %, während Guanin einen solchen von 46,36 % besitzt; und in der That ergab auch das durch Neutralisation der salzsauren Lösung ausgefällte unverbundene Guanin einen Stickstoffgehalt von 45,64 %, welcher allein schon die Diagnose des Guanins sichern würde, da ein ähnlicher Stickstoffgehalt nur noch dem Harnstoff zukommt. — Jener in Salzsäure unlösliche Rückstand nun löste sich in Alkohol beinahe vollständig, und beim Abdampfen dieser Lösung blieb eine fettige Materie zurück. Ebenso konnte Fett durch Auskochen des Krystallbreis mit Alkohol in Lösung gebracht werden, während die Krystalle ihre Form behielten. Eiweisskörper, Gallensäuren oder Oxalsäure waren nicht nachzuweisen. Es ist somit anzunehmen, dass die Krystalle aus unverbundenem Guanin bestehen, das mit etwas Fett- und Fettsäuren (die alkoholische Lösung reagirte sauer) verunreinigt ist.

Da das aus Guano von Chemikern hergestellte Guanin ein weisses, amorphes Pulver darstellt, das bis jetzt noch nicht zum Krystallisiren zu bringen war, so ist das Vorkommen von krystallisirtem Guanin im Thierreich von um so grösserem Interesse.

rakteristische Reaktion des Guanins beim Abrauchen mit Salpetersäure und bei Zusatz von Ammoniak gab. Auch die salzsauren Krystalle wurden dargestellt. Aber eine vollständige Reinigung des Guanins gelang nicht, wahrscheinlich wegen des sehr schwer zu entfernenden Fuscins. Auch wenn das Guanin in heisser Salpetersäure gelöst mit Silbernitrat gefällt, der Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt und nun das Guanin aus dem salpetersauren Salz durch Ammoniak ausgefällt wurde, so blieb dasselbe gelblich. — Dass dieses Guanin des Retinaltapetums nicht mit Kalk verbunden war, ging daraus hervor, dass das hellbraune Pulver, welches aus frischen Körnchen bestand, ohne Asche verbrannte.

Ausserhalb der Zellen liess sich im Epithel der Retina kein Guanin nachweisen. — Auch sind einige nähere Angaben über die Vertheilung des Guanins und über sein Verhalten in diesen Zellen nicht ohne Interesse für die Frage nach der Bedeutung dieses Stoffes. Derselbe findet sich in den Epithelzellen, wie schon erwähnt, in grosser Menge in der unteren Hälfte sowie in den Theilen der Fortsätze, welche sich zwischen der äusseren Hälfte der Stäbcheninnenglieder und den Spitzen der vordersten Reihe der einfachen Zapfen befinden. »Die Schnüre der Epithelquasten sind hier durch Guanin stark verdickt, zu keulenförmigen Troddeln aufgetrieben.« Am spärlichsten ist das Guanin in den Kuppen der Zellen, wo das Fuscin am reichlichsten abgelagert ist. Bei Beleuchtung des Auges findet nun eine Verschiebung des Fuscins am Guanin vorbei in der Art statt, dass das Fuscin nach vorn rückt und sich in der inneren Hälfte der

Später wurde ein neues Vorkommen des Guanins bei Fischen durch W. Kühne und H. Sewall[1]) entdeckt. Sie fanden dasselbe in verschiedenen Häuten des Auges, vor Allem im Tapetum der Retina des Blei (Abramis brama). Und zwar ist es in diesem Retinaltapetum auf die oberen zwei Dritttheile beschränkt, welche sich infolgedessen durch ihre weissliche, kaum gelbe Färbung von dem tiefbraunen unteren Dritttheil unterscheiden.

Dieses Epithel, welches beim vorsichtigen Abheben der Retina vom frischen Auge auf der Chorioidea zurückbleibt, lässt die einzelnen Zellen durch Behandlung mit Osmiumsäure isoliren. Dieselben zeigen sich in der unteren Hälfte sowie in den Fortsätzen mit weissen Körnchen dicht erfüllt. Neben den weissen Körnchen, die aus reinem Guanin bestehen, finden sich braune von Fuscin. Mit Wasser geschüttelt gab das Epithel eine milchige Flüssigkeit, in welcher die weissen Körnchen neben anderen suspendirt waren; bei Zusatz von Salzsäure oder Salpetersäure lösten sie sich auf.

Zur Darstellung des Guanins bedienten sich die Verfasser des folgenden Verfahrens. Die mitsammt dem Epithel herausgenommene Retina wurde mit entfärbter Galle geschüttelt, sodann die weissen Körnchen auf grobkörnigem Papier von anderen festen Bestandtheilen, vor Allem von den Fuscinkörnchen, getrennt und mit Alkohol und Aether gewaschen. So erhielten sie ein hellbräunliches oder gelbes Pulver, das die cha-

[1]) W. Kühne u. H. Sewall, Zur Physiologie des Sehepithels, insbes. der Fische. Untersuchungen aus dem physiolog. Institut der Universität Heidelberg III, p. 221. 1880.

Zellen und in den Fortsätzen ansammelt, während es aus den Kuppen verschwindet. Infolgedessen erscheint nun hier das Guanin reichlicher, dort spärlicher. Doch haben genauere Untersuchungen ergeben, dass das Guanin höchstens minimale Lageveränderungen erleidet.

Die Verfasser weisen noch darauf hin, dass bei solchen Knochenfischen, wo kein Retinaltapetum besteht, das Fuscin auch im unbeleuchteten Auge von den Kuppen bis ungefähr zum Niveau der Wurzeln der Stäbchenaussenglieder, ja bisweilen noch weiter nach vorn (d. h. innen) reicht, also ein starkes Vorragen des Pigments auch im ruhenden Auge besteht. Besonders ausgeprägt findet sich diese Erscheinung beim Aal, weniger beim Karpfen.

Die Menge des im Retinaltapetum befindlichen Guanins ist recht bedeutend.

Dieselben Verfasser haben weiter gefunden, dass die Argentea des Auges bei sämmtlichen von ihnen untersuchten Knochenfischen wesentlich aus Krystallen von Guaninkalk besteht. Sie bildet bei gehärteten Augen des Blei eine Kruste, die beim Schneiden starken Widerstand leistet. — Ebenso trafen sie »im Auge alter gesalzener Häringe an Stelle der macerirten Iris mächtige Krystallisationen von Guaninverbindungen.«

Endlich haben die beiden Forscher festgestellt, dass die Ophthalmolithen delle Chiajes, welche sich im Chorioidealtapetum von Knorpelfischen finden, aus Krystallen von Guaninkalk bestehen. Der Nachweis gelang allerdings nur an besonders konservirten Exemplaren, da die meisten zur Konservirung benützten Mittel die Guaninreaktion unmöglich machen.

Untersucht wurden die Augen von Acanthias, Mustelus, und Scyllium. Das Verfahren bestand darin, dass die Chorioidea allein herausgenommen, gekocht und mit dialysirtem Trypsin verdaut wurde. Der aus Fuscin und Guaninkrystallen bestehende Rückstand wurde filtrirt und ausgewaschen, das Filter mit siedender halbverdünnter Salzsäure übergossen und das Filtrat durch Ammoniak neutralisirt. Nachdem die Lösung 24 Stunden gestanden, war sie von krystallisirtem leicht gelblichem Guanin erfüllt. Nicht mit Salzsäure behandelte Krystalle hinterliessen beim Verbrennen auf Platinblech ziemlich viel nicht schmelzende Asche, welche von Kalk herrührt.

Zuletzt haben W. Kühne und H. Sewall (l. c.) das Guanin, d. h. die Kalkverbindung desselben, nunmehr, abgesehen von den Schuppen, auch in den Schuppentaschen und dem glänzenden subkutanen Bindegewebe der Flussfische, besonders der Weissfische, nachgewiesen. Durch folgendes Verfahren stellten sie das Guanin in reichlicher Menge aus dem Integument von Alburnus lucidus und anderen dar. Sie brachten die Fische einige Augenblicke in kochendes Wasser und streiften dann die Schuppen und das darunter gelegene glänzende Bindegewebe ab. Diesen Brei liessen sie entweder durch Trypsin in alkalischer Lösung oder durch Pepsin in salzsaurer Lösung (0,5 % Salzsäure zerstört bei 40—45° die Krystalle nicht) verdauen. Nach Entfernung der Schuppen durch Tüll oder Sieb wurde der silberglänzende Brei gewaschen, mit Alkohol gekocht und wieder mit Aether gewaschen und mit Wasser gekocht. Derselbe entspricht nun wohl der oben genannten Perlenessenz. Durch Zusatz

tapetum, noch in der Haut amorphes, unverbundenes Guanin.

Der histologische Sitz des Guanins ist vorzugsweise in den Zellen des Bindegewebs. Dass auch Epithelzellen Guanin enthalten können, zeigt das Retinaltapetum.

Noch einige allgemeinere Gesichtspunkte sind zu erwähnen. Besonders reichlich findet sich das Guanin an den Stellen, welche sich durch den Silberglanz auszeichnen oder doch sonst eine hellere Färbung besitzen. Dagegen sind in der Regel die dunklen Stellen arm an Guanin oder entbehren es ganz. Es sind also die ventralen Körpertheile bevorzugt gegenüber den dorsalen. Diesem Verhalten entspricht durchaus die unsymmetrische Vertheilung des Guanins bei Platessa wo die nach unten gekehrte Seite viel reicher an diesem Stoff ist als die entgegengesetzte.

Bemerkenswerth ist sodann noch der Umstand, dass in vielen Fällen das in tiefgelegenen Geweben abgelagerte Guanin infolge der Durchsichtigkeit der darüber liegenden Gewebe der betreffenden Stelle eine silberglänzende Färbung verleiht. Bei manchen kleinen Clupeiden und Mugiliden beruht der Silberglanz der Bauchfläche auf Guanin, das im Peritoneum abgelagert ist; während derselbe in der Regel allerdings von dem Guanin der Schuppentaschen und des subkutanen Bindegewebs herrührt.

Die Menge des diesen Glanz hervorbringenden Guanins ist nicht bedeutend. Sie betrug bei einer Atherina vera von $^3/_4$ Kgr., wo dasselbe, im Peritoneum abgelagert, einen intensiven Glanz erzeugt, nur $1^1/_2$ gr.

von mässig koncentrirter Salzsäure wurde nun das Guanin gelöst und aus dem Filtrat durch Ammoniak ausgefällt.

Umfassende Untersuchungen über die Verbreitung des so abgelagerten Guanins sowohl bei den verschiedensten Thierformen, vor allem den wechselwarmen Wirbelthieren, als auch an den verschiedensten Stellen des Körpers haben A. Ewald und C. Fr. W. Krukenberg[1]) angestellt.

In letzterer Hinsicht wurde Guanin bei Fischen, abgesehen von den schon erörterten Stellen (Hautgebilde des Auges, Schuppen, Schuppentaschen, subkutanes Bindegewebe, Wand der Schwimmblase), noch in den Muskelfascien, besonders den nach aussen gekehrten Theilen derselben, dem Peritoneum und der Gallenblase gefunden.

Die Form, in der sich das Guanin in den letzteren Fällen befand, waren die Krystallblättchen des Guaninkalks. Nach den Voit'schen Untersuchungen hätte man an manchen Orten, wie z. B. der Gallenblase, unverbundenes Guanin in krystallinischem Zustand erwarten sollen. Ob dieses unverbundene Guanin in der That nur in der Wand der Schwimmblase sich findet, müssen künftige Untersuchungen noch zeigen.

Bei den Selachiern findet sich, abgesehen von den Ophthalmolithen delle Chiajes im Chorioideal-

[1]) A. Ewald und C. Fr. Krukenberg, Ueber die Verbreitung des Guanins, bes. über sein Vorkommen in der Haut von Amphibien, Reptilien und Petromyzon fluviatilis. Untersuchungen aus dem physiolog. Institut der Universität Heidelberg IV, p. 254. 1881. — Dieselben, Ueber Besonderheiten der Guaninablagerung bei Fischen, Zeitschr. f. Biologie XIX, p. 154. 1883.

Hinsichtlich der Orte der Guaninablagerung kommen bei den verschiedenen Arten alle Combinationen vor, und daneben finden sich die quantitativen Variationen.

b) Bei den Amphibien und Reptilien.

Wir kommen nunmehr zu den Amphibien und Reptilien. Bei denselben wurde das Guanin bis jetzt nur in der äusseren Haut gefunden. Die guaninhaltigen Zellen sind von einer weissen silberglänzenden oder kreidigen Masse erfüllt. Wo diese Zellen vereinzelt unter andern zerstreut sich finden, ist selbst ihre Form deutlich zu erkennen, nicht aber da, wo sie, wie beim Chamaeleon, in Menge beisammen liegen. Das Guanin fand sich nach A. Ewald und C. Fr. W. Krukenberg (l. c.) je nach der Thierspecies in kleineren, oder gröberen (z. B. beim Salamanderembryo), länglichen, sehr stark lichtbrechenden, nicht deutlich krystallinischen Körperchen, welche sich bei der Untersuchung mit gekreuzten Nikols als stark doppelbrechend erwiesen. Auf Grund dieser Verhältnisse wurde neben der chemischen regelmässig auch eine mikroskopische Untersuchung vorgenommen, wie dies vielfach auch bei den Fischen der Fall war. Bisweilen lieferte die letztere allein positive Resultate.

Zur Darstellung des Guanins aus den Häuten der verschiedenen Arten bedienten sich Ewald und Krukenberg im Wesentlichen derselben Methode, wie sie schon W. Kühne und H. Sewall beim Integument von Alburnus lucidus angewandt hatten. Die von Knochen-, Muskel- und Fettgewebe möglichst rein präparirte Haut wurde einige Zeit mit Wasser ge-

kocht, dann in neutraler oder alkalischer Lösung bei 40° durch Trypsin verdaut, der Brei mit verdünnter Salzsäure ausgekocht und der Auszug durch Ammoniak neutralisirt. Das Guanin schoss nun je nach der Menge nach einigen Stunden oder auch erst nach 1 oder 2 Tagen in mehr oder weniger deutlich ausgebildeten Drusen an, welche aus Prismen sich zusammensetzten (?).

Später bedienten sich die genannten Forscher zum Nachweis des Guanins einer einfacheren Methode, indem sie die Hautstücke selbst, in der Grösse von 2 – 3 □cm, in Salpetersäure langsam erwärmten, bis die weissen kreidigen Stellen durchsichtig wurden. Dann wurden die Hautstücke, ehe sie stark gelb gefärbt waren, herausgenommen und die Salpetersäure unter Kochen zur Trockene verdampft. War Guanin vorhanden, so trat nun bei Zusatz von Natronlauge die charakteristische Reaktion sehr deutlich und vollkommen rein ein.

Ob das Guanin sich unverbunden oder in Verbindung mit Kalk fand, war in der Regel wegen der Beimengungen nicht leicht zu untersuchen. Beim Chamaeleon ergab sich unverbundenes Guanin.

Gefunden hat sich dieser Stoff bei den verschiedensten Formen von Amphibien und Reptilien.

c) bei Wirbellosen.

Anhangsweise wollen wir hier noch eine Anzahl negativ ausgefallener Versuche bei Wirbellosen, wo das Guanin auch in Geweben abgelagert vermuthet worden war, anführen. Auch sie rühren von den letztgenannten Autoren her. Eine Anzahl Versuche

galt der Sclera (welche durch spindelförmige Krystalloide Silberglanz besitzt) von Sepia officinalis und Loligo vulgaris, sowie der irisirenden Haut bei verschiedenen Cephalopoden, z. B. Sepiola Bondeleti, wo die feine Riffelung der Zellen Metallglanz erzeugt. — Dasselbe Resultat lieferte die Untersuchung der Haut des Borstenwurms Bonellia viridis und der Flügel der Schmetterlinge Saturnia Peryi und Attacus Mylitta. Die Vermuthung, dass die weisskörnige Substanz der Spiegelflecke auf den Flügeln von Saturnia Peryi Guanin sei, hatte Leydig[1]) ausgesprochen.

Noch sind zwei Fälle zu erwähnen, wo es sich lediglich um Vermuthungen in Betreff des Vorkommens von Guanin handelt, und selbst diese dürften auf früheren Auffassungen der betreffenden Organe beruhen, durch welche dieselben mit dem Excretionssystem in Zusammenhang gebracht wurden. Die in Rede stehenden Thiere stehen noch tiefer im System als die bisher genannten. V. Carus[2]) vermuthete nämlich Guanin in den Mesenterialfilamenten von Aktinien (welche nach heutiger Auffassung Verdauungssäfte ausscheiden) und Kölliker[3]) in der milchweissen Platte unter der sogenannten Leber der Siphonophore Porpita.

3. Das aus Geweben und zellhaltigen Säften von Thieren und Pflanzen darstellbare Guanin.

Das Vorkommen des Guanins an diesen Orten war bekannt, ehe man wusste, dass dasselbe bei der Dar-

[1]) Archiv f. mikroskop. Anat. XII, 537.

[2]) v. Carus, System der vergl. Morphologie, p. 148. 1853.

[3]) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie IV, p. 368.

stellung aus höheren chemischen Verbindungen (vorzüglich aus Nuclein und Vernin) sich abspalten kann. Es ist also wohl möglich, dass das in den Geweben aufgefundene Guanin ganz oder theilweise bei der Behandlung mit Agentien aus diesen höher zusammengesetzten Verbindungen erzeugt wird und nicht oder nur zum Theil präformirt darin vorkommt. In letzterem Fall muss man sich denken, dass dasselbe als normales Zersetzungsprodukt während des Lebens entstanden ist.

Abgesehen von einigen wenigen Fällen, wo sich das Guanin reichlich findet, wie im Lachssperma und etwa noch in der Hefe, ist es an den hier aufzuzählenden Orten in der Regel in sehr geringen Mengen vorhanden.

Von den Stoffen, aus welchen sich das Guanin abspalten lässt, ist das Phosphor- und Stickstoff-haltige in den Zellkernen vorkommende Nuclein im Thier- und Pflanzenreich weit verbreitet, während das Vernin nur dem Pflanzenreich angehört.

Das in der Milch und im Eidotter aufgefundene Nuclein lässt sich in einen Eiweisskörper und Phosphorsäure zerlegen; die übrigen Nucleine liefern dabei ausserdem noch Stoffe der Xanthinreihe und darunter auch Guanin[1]). Dahin gehören die Nucleine aus zellkernreichen Organen, wie Leber, Milz, Pankreas, Neubildungen, embryonalem Muskel, leukämischem Blut, Lachssperma, Hefe. Die Nucleine werden in

[1]) A. Kossel, Zur Chemie des Zellkerns. Zeitschrift für physiolog. Chemie VII, p. 7. 1882. — Derselbe, Ueber Guanin; ebenda VIII, p. 404. 1884. — Lehmann, Ueber das Verhalten des Guanins, Xanthins und Hypoxanthins bei der Selbstgährung der Hefe. Ebenda IX, p. 563. 1885.

dieser Art zersetzt durch Behandlung mit Mineralsäuren, Alkalien, ja mit heissem Wasser oder auch durch Digestion bei Körpertemperatur.

Der zweite Körper, welcher leicht bei der Zersetzung Guanin liefert, ist das von E. Schulze und E. Bosshardt[1]) in jungen und keimenden Pflanzen sowie im Mutterkorn gefundene Vernin, welches mit verdünnter Salzsäure gekocht, beim Uebersättigen der Lösung mit Ammoniak einen amorphen Niederschlag mit allen Eigenschaften des Guanins gibt.

Es scheint auch nicht unwahrscheinlich, dass sich gerade im Pflanzenreich, vielleicht auch bei niederen Thieren, noch andere Stoffe finden, welche ebenso leicht in Guanin und andere Verbindungen zerfallen.

a) bei Thieren.

Beschäftigen wir uns zuerst mit den Geweben und Säften von Warmblütern.

Scherer[2]) fand Guanin im Rindspankreas und zwar in 20 Pfund des Organs 1,2389 gr Guanin, d. h. 0,0122% ; das Xanthin fand sich daneben zu 0,0116%. Seine Darstellungsmethode wird heute noch bei parenchymatösen Organen angewendet. Er zog das Pankreas 5 Minuten lang mit siedendem Wasser aus, kolirte und zog den Rückstand nochmals mit heissem Wasser aus. Dem Filtrat wurde Barytwasser zugesetzt und wiederum filtrirt. Dieses Filtrat nun wurde unter Zusatz von essigsaurem Kupferoxyd über

[1]) E. Schulze u. E. Bosshardt, Ueber einen neuen stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheil. Zeitschrift f. physiolog. Chemie X, p. 80. 1885.

[2]) Annalen d. Chem. u. Pharm. 112, p. 257. 1859.

dem Wasserbad eingedampft, wobei das Kupfersalz ausfiel; der Niederschlag des Kupfersalzes wurde abfiltrirt, ausgewaschen und in kochender Salzsäure gelöst, alsdann durch Schwefelwasserstoff zersetzt, so dass Schwefelkupfer ausfiel. Das Filtrat wurde eingedampft, wobei sich zunächst stark gefärbte krystallinische Krusten, später auch nadelförmige Krystalle abschieden (letztere waren salzsaures Sarkin) Die Krystalle wurden in verdünnter Salzsäure gelöst und nach Entfärbung durch Thierkohle zur Krystallisation eingedampft. Wurde nun mit überschüssigem Ammoniak zur Trockene abgedampft und mit Wasser ausgezogen, so war der Rückstand Guanin.

G. Grübler[1]) stellte aus dem Lungensaft des Hundes einen in Ammoniak unlöslichen, in Salzsäure löslichen Körper dar, der Scherers Reaktion gab, also nach ihm wohl Guanin war.

A. Baginsky[2]) untersuchte, wie Scherer, frisches Rindspankreas und fand hier 0,2797 % Guanin; in gefaultem fand es sich nur zu 0,0069 %. Dabei stellte der Verfasser fest, dass die Verluste bei der Fäulniss beim Guanin viel bedeutender sind als bei Xanthin und Hypoxanthin. Die Fäulniss fand unter Abschluss der atmosphärischen Luft bei erhöhter Temperatur statt und dauerte drei Wochen.

A. Kossel[3]) hat besonders eingehende Untersuch-

[1]) G. Grübler, Ueber die krystallisirbaren Bestandtheile des Lungensafts. Berichte d. K. Sächs. Gesellschaft d. Wissensch. math. Klasse. Sitzung v. 16. Juni 1873. p. 131.

[2]) A. Baginsky, Ueber das Vorkommen von Xanthin, Guanin Hypoxanthin. Zeitschrift f. physiol. Chemie VIII, p. 395. 1884.

[3]) A. Kossel, Zur Chemie des Zellkerns. Zeitschrift für physiolog. Chemie VII, pag. 7. 1882. — Derselbe, über Guanin Ebenda VIII, p. 404. 1884.

ungen in dieser Richtung angestellt. Er hält das Guanin an diesen Orten jedenfalls zum Theil für ein künstliches Zersetzungsprodukt des Nucleins. Kossel fand nun das Guanin in Procenten des etrockneten Organs: im embryonalen Muskel des Rinds zu 0,412 %, im Muskel des erwachsenen Rinds zu 0,020 %; im Muskel des Hunds in Spuren; in der Milz des Rinds zu 0,270 %; in der Leber desselben zu 0,197 %. Für Rindspankreas fand er die Werthe 0,241 und 0,746, während A. Baginsky mit derselben Methode, wie gesagt, in frischem Pankreas 0,2797 %, in faulem nur 0,0069 %, Scherer nach seiner eigenen Methode 0,0122 % gefunden hatte. Nach Kossel lassen sich diese Differenzen auf folgende Art erklären: Durch Fäulniss, durch Ueberführung eines Theils des Guanins in Xanthin unter Einwirkung der Salpetersäure, oder endlich durch Verschiedenheiten in den Zuständen der Drüse hinsichtlich der Sekretionsthätigkeit.

Bei allen diesen angeführten Fällen fand sich neben dem Guanin Sarkin und Xanthin in ähnlicher Menge.

Sonst haben wir als hieher gehörig nur noch einen Befund an thierischen Organismen zu nennen, das Guanin im Sperma des Rheinlachses. In diesem beträgt das Nuclein 48,68 % der trockenen Substanz nach Miescher[1]). Piccard[2]) fand im reifen Sperma das Guanin zusammen mit dem Sarkin (beide etwa zu gleichen Hälften) zu 6—8 %, im unreifen zu 5 %.

[1]) F. Miescher, Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere. Verhandl. d. naturforsch. Ges. zu Basel VI, p. 138. 1874.

[2]) Piccard, Ueber Protamin, dann über Guanin und Sarkin im Lachssperma. Cap. XII. 1875.

b) bei Pflanzen.

Unter den Vegetabilien, welche guaninhaltig sind, ist besonders reich die Hefe. Das Nuclein derselben zeichnet sich durch grosse Zersetzlichkeit aus.

P. Schützenberger[1]) digerirte Hefe 12—15 Stunden lang bei 35—40°; es fand Kohlensäureentwicklung, aber keine Fäulniss statt. Nunmehr fand sich neben Leucin, Tyrosin, Xanthin, Sarkin auch Guanin.

Aehnliche Resultate hatten C. Nägeli und O. Löw[2]) zu verzeichnen, als sie Hefe mit Phosphorsäure und viel Wasser 12 Monate lang stehen liessen. — A. Kossel[3]) fand Guanin im Silberniederschlag der Presshefe und isolirte dasselbe.

Endlich stellte Lehmann[4]) fest, dass die Digestion bei Zimmertemperatur nur wenig Nuclein der Hefe in Guanin, Xanthin, Sarkin u. s. f. zerlegt, dass aber die Menge des durch Digestion bei Körpertemperatur zersetzten Nucleins viel bedeutender ist; dem entsprechend hatte Xanthin viel, Guanin mässig zugenommen (Sarkin hatte sich vermindert).

Rodewald[5]) hat sodann bei Schleimpilzen (Aethalium septicum) Guanin im Protoplasma nachgewiesen. —

---

[1]) P. Schützenberger, Xanthin, Guanin, Hypoxanthin etc. in der Bierhefe. Bulletin de la soc. chim d. Paris XXI, No. 5. 1875.

[2]) Ann. d. Chem 193, p. 322. — Journal f. prakt. Chemie XVII, p. 403. 1878.

[3]) A Kossel, Ueber Xanthin u. Hypoxanthin; Nachtrag, Zeitschrift f. physiol. Chemie, VI, p. 422. 1882.

[4]) V. Lehmann, Ueber das Verhalten d. Guanins, Xanthins-Hypoxanthins bei der Selbstgährung der Hefe. Zeitschrift für physiolog. Chemie IX, p. 563. 1885.

[5]) Untersuchungen aus dem botan. Laborat. in Göttingen II, pag. 147.

Das Vernin, dessen Zersetzung unter Abspaltung von Guanin wir oben erwähnt haben, ist bis jetzt nur in jungem Rothklee und Futterwicken, in den Cotyledonen von Kürbiskeimlingen und im Mutterkorn von E. Schulze und E. Bosshardt[1]) gefunden. Das Vorkommen sowohl bei einem Pilz als bei Phanerogamen lässt eine grössere Verbreitung dieses Stoffes wahrscheinlich erscheinen.

An diesen Befund erinnern die Angaben derselben Forscher[2]) sehr lebhaft, dass sie in jungem Gras, jungem Rothklee, jungen Haferpflanzen und Wicken Guanin mit Sicherheit nachgewiesen haben; meist fanden sich andere Xanthinkörper daneben. Auch hier könnte die geringe Menge Guanin erst bei der Behandlung entstanden sein. Für das Vorkommen präformirten Guanins in Pflanzen sprechen jedoch die nahe verwandten Stoffe Coffein und Theobromin.

4. Auftreten von Guanin in pathologischen Fällen.

Im leukämischen Blut ist Guanin von Kossel l. c.) in verhältnissmässig grosser Menge, zu 0,201 %, aufgefunden worden, wo es offenbar mit der Menge der weissen Blutkörperchen und des Nucleins in ihnen in Zusammenhang steht. Ebenso war in einem Sarkom der Bauchhaut einer Kuh 0,283 % und in einem Sarkom des Oberarms 0,196 % Guanin enthalten.

[1]) E. Schulze und E. Bosshardt; Ueber einen neuen stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheil. Zeitschrift f. physiolog. Chem. X, p. 81. 1885.

[2]) Dieselben, Zur Kenntniss des Vorkommens von Allantoin Asparagin, Hypoxanthin, Guanin in Pflanzen. Zeitschr. f. physiolog. Chemie IX, p. 420. 1885.

Ausserdem ist in gewissen pathologischen Fällen von der Anwesenheit von Guanin berichtet worden, in denen dasselbe aber höchst zweifelhaft ist.

Virchow[1]) hatte wiederholt an Schweinen krystallinische Concretionen, die er für Guanin hielt, in der Substanz der Knorpel und der Ligamente des Kniegelenks beobachtet; er führt diese Ablagerungen auf eine Lebererkrankung zurück.

Später fand G. Salomon[2]) auf den Gelenkflächen eines Schinkens weisse, rundliche oder unregelmässig begrenzte Einsprengungen von der Grösse eines Stecknadelkopfs. Dieselben bestanden aus prismatischen Krystallen. Sie lösten sich leicht in Salzsäure, schwer in Ammoniak und hinterliessen beim Verbrennen keine Asche. Beim Abrauchen mit Salpetersäure trat gelbrothe Färbung ein, die bei Zusatz von Natronlauge eine rothe wurde. — In der Muskelsubstanz war Sarkin und Xanthin, aber kein Guanin enthalten (Harnsäure, die sich darin fand, konnte nach dem Verfasser von Dermestes lardarius herrühren, der in dem Schinken sich aufgehalten hatte).

Nun hatte aber schon früher W. Krause angegeben, dass sich im Schweinefleisch mehrere Arten von gelblichen oder weisslichen Körnern zeigen, darunter auch krystallinische, aus Tyrosin bestehende Drusen. Darnach hat Voit[3]) mehrere Fälle der Art beobachtet, wo die Ablagerungen sicher nicht aus Guanin, sondern

[1]) Archiv f. pathol. Anat. 35, p. 358 und 36, p. 147.

[2]) G. Salomon, chem. Untersuchungen eines von Gnaninablagerungen durchsetzten Schinkens. Virchow's Archiv 97, p. 360. 1884.

[3]) C. Voit, Notiz über Ablagerungen von Tyrosin auf thierischen Organen. Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie XVIII, p. 301 2. Heft.

aus Tyrosin bestanden. In einem Falle kam ein Schinken zur Beobachtung, aus dessen rother Muskelfläche sich weissliche, aus nadelförmigen Krystallen zusammengesetzte Körner abhoben, die Anfangs für Trichinen gehalten wurden, sich aber dann als aus Tyrosin bestehend auswiesen. Es war nicht zu entscheiden, ob die Concretionen schon bei Lebzeiten des Thiers sich gebildet hatten, oder ob das Fleisch in Fäulniss begriffen war, die durch das Räuchern entbrochen wurde; der Geruch und Geschmack des Schinkens war ganz normal. — In einem anderen Falle wurden an der äusseren Oberfläche des Magens und der Leber einer wegen Verdachts von Arsenikvergiftung nach sechs Monaten exhumirten Leiche weissliche, stecknadelkopfgrosse, krystallinische Kugeln gefunden, die man Anfangs auch für Guaninkugeln hielt, die aber ebenso nur aus Tyrosin bestanden. — Vielfach sieht man endlich alte Weingeistpräparate von Fischen mit grossen weissen Kugeln dicht besetzt, die alle Reaktionen des Tyrosin geben. — Wenn R. Bender[1]) angibt, er habe Harnsäure in kleinen weissen Flocken auf der Oberfläche des Gesichts, des Magens und der Leber einer seit zwei Monaten beerdigten Leiche aufgefunden, oder wenn Chevallier und Lassaigne[2]) berichten, dass sie auf der Schleimhaut des Magens und des Duodenums, auf der Leber und dem Perikard einer seit zwei Monaten begrabenen Frau weisse Körner aus einem Stoff, den sie Xanthocystin nannten, angetroffen haben, so handelt es sich hier sicherlich

[1]) Journal f. pract. Chemie 99, p. 254.

[2]) Journal de chem. méd. 3 Ser. VII, p. 208.

um aus Eiweiss entstandenes Tyrosin, wie schon Frerichs und Städeler vermutheten, welche auf der sechs Monate in Spiritus aufbewahrten Leber eines Hundes ebenfalls weisse Kugeln von Tyrosin antrafen.

Als Hauptmerkmal galt in diesen Fällen die Probe mit Salpetersäure und Ammoniak, womit Guanin und Tyrosin ähnliche, aber doch leicht unterscheidbare Reactionen geben Das Guanin bleibt beim Beträufeln mit der Salpetersäure farblos und gibt beim Abdampfen der Säure einen citronengelben Rückstand, der mit Amoniak sich tief gelbroth färbt; das Tyrosin dagegen wird bei Zusatz von Salpetersäure gelb und hinterlässt beim Abrauchen einen gelbbraunen Rückstand, der sich mit Ammoniak ebenfalls tief gelbroth färbt. — Guanin ist schon deshalb dabei ausgeschlossen, weil es nicht in Nadeln krystallisirt. —

In einigen Fällen wird auch von dem Nachweis von Guanin im Harn kranker Menschen berichtet.

Im Harn eines an Pachymeningitis cervicalis Leidenden fand sich nach Gabriel Pouchet[1]) Guanin »in abnormer Menge« neben vermehrtem Xanthin. Der Ausdruck »in abnormer Menge« ist nicht zu verstehen.

Dann hat A. Baginsky[2]) einmal im Harn eines an Nephritis leidenden Kindes, der nach 24stündiger Anurie entleert worden war, einen dem Guanin ähn-

[1]) Gabriel Pouchet, Contribution à la connaissance des matières extractives de l' urine. Thèse. Paris. Journ. de thérap. VII, 503. 1880.

[2]) Verhandl. d. physiolog. Gesellschaft in Berlin, Jahrg. 1883 u. 1884, N. 6. — A. Baginsky, Ueber das Vorkommen von Xanthin, Guanin u. Hypoxanthin. Zeitschr. f. physiolog Chemie VIII, p. 395. 1884.

lichen Stoff angetroffen. Der Harn wurde mit Salzsäure und Phosphorwolframsäure ausgefällt, der Niederschlag durch Baryt zersetzt, der Baryt aus dem Filtrat entfernt und dieses eingedampft. Nun fiel der genannte Stoff theils krystallinisch, theils amorph mit hellbräunlicher Farbe aus. Derselbe gab mit Ammoniak und Silbernitrat einen dicken gallertigen Niederschlag; er zeigte die Weidel'sche Reaktion, löste sich in Wasser beim Erwärmen besser als in der Kälte, bei Zusatz von Ammoniak aber nicht besser. Der Stickstoffgehalt des Stoffes betrug 43,8 %. Die dargestellte Menge war nicht unbedeutend. Neben demselben fand sich Xanthin in erheblich vermehrter Menge.

Das Vorkommen von Guanin in pathologischen Fällen ist also, ausser im Blut bei Leukämie und in Sarkomen, wo das Nuclein wohl die Quelle ist, noch nicht sicher gestellt.

II. Die physiologische Bedeutung des Guanins.

Die Bedeutung des Guanins in den Thieren und Pflanzen, welche wir den im ersten Kapitel geschilderten Befunden entnehmen, können wir nicht als eine einheitliche, in allen beobachteten Fällen gleiche bezeichnen.

Zunächst ist das Guanin jedenfalls ein Zerfallsprodukt der Stoffmetamorphose, welches aus dem Körper entfernt wird, ohne noch eine weitere Bedeutung für denselben zu haben.

a) Guanin als Ausscheidungsstoff.

In dieser Beziehung kann das Guanin ein letzter Ausscheidungsstoff sein, der als solcher im Harn entfernt wird. Es verhält sich dann hier das Guanin wie der Harnstoff oder wie das Kreatin u. s. f., welche, in gewissen Organen entstanden, als solche in dem Harn ausgeschieden werden müssen.

Diese Bedeutung eines zur Ausscheidung bestimmten Stoffes hat das Guanin ohne allen Zweifel im Schweineharn, dann in den Excrementen der Spinnen und Skorpione, wo dasselbe sogar der hauptsächlichste stickstoffhaltige Excretionsstoff des Organismus ist, sofern er die ganz überwiegende Menge der stickstoffhaltigen Verbindungen der Excrete ausmacht.

Die Ausscheidung von Guanin statt der von Harnsäure oder Harnstoff bringt es mit sich, dass die Spannkräfte der im Körper zersetzten höheren chemischen Verbindungen nicht so voll ausgenützt werden als in den letzteren Fällen.

Ob die Harnsäure, die sich häufig und in wechselnder, doch stets bedeutend geringerer Menge neben dem Guanin in den Excrementen der Spinnen findet auch ein Stoffwechselprodukt dieser Thiere ist, ist fraglich. Zunächst ist sie nicht in allen Spinnenexcrementen vorhanden. Auch kommt sie in denen des Skorpion nicht vor. — Dann ist es möglich, die Harnsäure der Spinnenexcremente noch von etwas Anderem abzuleiten, nämlich von den von den Spinnen verzehrten Insekten, sodass die Harnsäure in den Excrementen der Spinnen als Residuum der Nahrung aufzufassen wäre. Die Excremente der Insekten sind be-

kanntlich sehr reich an Harnsäure. Die Gewebe und Flüssigkeiten derselben enthalten also jedenfalls diesen Excretionsstoff, den dann die Spinnen durch das Aussaugen des Körpers der Insekten erhalten müssen.

Es erscheint mir in der That am wahrscheinlichsten, dass die in den Spinnenexcrementen enthaltene Harnsäure nicht dem Harn, sondern dem Koth des Thiers als Residuum der Nahrung zukommt.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Guanin bei den Spinnen zum grössten Theil aus Eiweisskörpern und nicht aus Nuclein erzeugt wird; denn es ist das fast ausschliessliche stickstoffhaltige Zerfalls- und Ausscheidungsprodukt. Es hat dies umso weniger Auffallendes, als es Lossen gelungen ist, durch Behandlung von Eiweiss mit Kaliumpermanganat Guanidin zu erhalten, das der charakterisirende Bestandtheil des Guanins ist. —

Gelöst ist das Guanin in den Geweben wohl als Alkalisalz, in dem Excret in Mineralsäuren oder sauren Salzen.

Nachdem das Vorkommen von Guanin als Excretionsstoff bei Spinnen und Skorpionen erwiesen ist, können wir es auch bei anderen Arachnoideen erwarten.

b) Guanin als Zerfallsprodukt der Gewebe, ohne weitere Bedeutung.

Das Guanin kann aber auch ein Zerfallsprodukt der Gewebe sein, aber nicht als solches, sondern erst nach der Umwandlung in einen andern Stoff ausgeschieden werden. In diesem Fall ist das Guanin ein Zwischenprodukt, ähnlich wie z. B. das Leucin, das Glycokoll u. a.

Dahin gehört vielleicht das zeitweise Vorkommen von Guanin in den Nieren von Helix pomatia und hortensis. Dieses merkwürdige Verhalten steht vielleicht mit dem Winterschlaf der Thiere in Zusammenhang. Sofern die Thiere im Monat November untersucht wurden, also im Beginne des Winterschlafs, würde sich auch da Nebeneinander von Guanin und Harnsäure bei verschiedenen Exemplaren, sowie innerhalb einer Niere, das ebenfalls beobachtet wurde, erklären. Dass die Verschiedenheit der Nahrung hier nicht in Betracht kommt, ergibt sich daraus, dass die Thiere sämmtlich 1—2 Wochen gehungert hatten. — Weitere Untersuchungen bei in verschiedenen Verhältnissen befindlichen Thieren müssen diese Vorkommnisse aufklären. —

Jedenfalls gehört hieher das Vorkommen von Guanin in den Organen der Warmblüter, also im Pankreas, der Leber, dem Lungensaft, sodann im Lachssperma u. s. f, in all den Fällen, wo sich Guanin im Harn nicht findet. Hier muss also das Guanin vor der Excretion in ein anderes Ausscheidungsprodukt verwandelt werden, ähnlich wie das Sarkin und das Xanthin, die im Harn normal nur in Spuren vorkommen.

Da hierbei das Guanin, wie das Xanthin und Sarkin, vorzüglich in denjenigen Organen vorkommt, welche viel Nuclein in den Zellkernen enthalten, so entsteht es wohl bei der normalen Zersetzung des Nucleins, wobei nicht ausgeschlossen ist, dass auch ein Theil durch die Behandlungsweise erst nachträglich aus dem Nuclein abgespalten wird.

c) Guanin als Zerfallsprodukt der Gewebe, mit weiterer Bedeutung.

Aber das Guanin ist nicht nur Ausscheidungsstoff oder eine Vorstufe eines Ausscheidungsstoffes, als welcher es keine weitere Bedeutung für den Körper oder einen Theil desselben besitzt; denn es findet sich in Geweben dauernd in grösserer Menge abgelagert, wo seine Gegenwart einen weiteren bestimmten Zweck erfüllt.

Eine solche Rolle kommt dem Guanin offenbar zu in den Ablagerungen in den verschiedenen Geweben der kaltblütigen Wirbelthiere, besonders der Fische. Es übernimmt hier spezifische Funktionen, so zum Beispiel im Retinaltapetum von Abramis brama, in der Argentea und den Ophthalmolithen delle Chiajes. In diesen Fällen hat das Guanin durch seine optischen Eigenschaften eine Bedeutung für das Sehen.

Dass aber die Guaninablagerungen in anderen Geweben dieser Thiere die Bedeutung eines Pigments besitzen, d. h. den Theilen eine Farbe zu geben haben, zeigt der intensive Silberglanz an der Bauchseite vieler Fische, der durch Krystalle von Guaninkalk, welche in den Schuppen, den Schuppentaschen, dem subkutanen Bindegewebe abgelagert sind, hervorgebracht wird. Sehr bezeichnend aber ist in dieser Hinsicht der Umstand, dass selbst das im Peritoneum sich findende Guanin in vielen Fällen in derselben Weise zur Geltung kommt, indem es durch die durchsichtige Haut und andere Gewebe der Bauchdecke hindurchschimmert.

Andererseits findet sich allerdings an mehreren

Stellen Guanin, z. B. in der Wand der Schwimmblase bei den Teleostiern, wo dasselbe nicht den Zweck haben kann, dem Theil eine bestimmte Färbung zu verleihen.

Ein Reservestoff für Zeiten der Noth könnte das Guanin nicht gut sein, da es bei seiner Zersetzung nicht genügend lebendige Kraft entwickeln würde.

Das Guanin entsteht wahrscheinlich nicht in allen Zellen im Gewebe der Fische, wie bei den Spinnen; denn es finden sich wenigstens in den Muskeln dieser Thiere die gewöhnlichen Bestandtheile des Fleisches, aber kein Guanin, so wenig wie in den Excreten. Das Guanin bildet sich also wohl in demjenigen Gebilde, in welchem man es abgelagert findet, in den Epithelzellen der Haut, dem Bindegewebe u. s. f., also Theilen, welche durch ihre geringe Blutzufuhr eine geringe Zersetzung zeigen. Vielleicht bleibt auch aus der nämlichen Ursache das Guanin in diesen Gebilden liegen, obwohl man auch sieht, dass in Theilen, welche eine sehr lebhafte Zersetzung zeigen, Zersetzungsprodukte sich anhäufen, wie z. B. das Kreatin im Muskel.

Ob das so abgelagerte Guanin einem raschen Wechsel unterliegt oder längere Zeit unverändert bleibt, das ist schwer zu entscheiden. Möglicher Weise sind gegenüber den Ablagerungen von Guanin als fester Körper die Bedingungen für die Zersetzung sehr ungünstige. Es wäre interessant zu untersuchen, ob beim Hunger, z. B. während der Laichzeit der Rheinlachse, die Menge des Guanins abnimmt oder sich gleich bleibt. — Das bei den Warmblütern in den Organen vorhandene gelöste Guanin wird sicherlich sehr rasch verändert und ausgeschieden; dies zeigen schon die Fütterungsversuche mit Guanin an Kaninchen von

Kerner, bei denen es rasch zum grössten Theil in Harnstoff übergeht.

Aus welchem Stoffe sich in den genannten Zellen das Guanin bei den Fischen bildet, ist auch noch unentschieden, ob aus den Eiweisskörpern des Protoplasmas oder aus dem Nuclein der Kerne derselben. —

Aus solchen Guaninablagerungen in den Zellen von Geweben der Fische stammt offenbar das im Guano gefundene spärliche Guanin. Es wird in den von den Seevögeln verzehrten Fischen aufgenommen und findet sich unresorbirt in den Excrementen der Vögel wieder vor, ist also nicht Stoffwechselprodukt. Der Einschluss in schwerer zugänglichen Zellen bewahrt vielleicht das Guanin theilweise vor der Resorption im Darm. Bei einem Fischreiher wurde, wie wir früher berichtet haben, Guanin als Nahrungsresiduum im Kothe gefunden; es wäre aber wichtig, eigens Versuche hierüber bei Fische verzehrenden Vögeln anzustellen. — Die frühere Annahme Hoppe-Seyler's, dass dieses Guanin aus dem Harn der Vögel stamme, ist auf Grund der oben berichteten Versuche nicht mehr zu halten.

W. Kühne macht darauf aufmerksam, dass das Guanin des Guanos auch aus (nach Art des Gewölles der Raubvögel) erbrochenen Fischschuppen oder auch aus solchen stammen könnte, welche diese Vögel an solchen Plätzen von den Beinen abschütteln (wie dies bei Möven beobachtet ist). Doch müssten sich in diesem Fall die Fischschuppen, zumal in der regenlosen Zone, im Wesentlichen unversehrt erhalten haben und in denselben müsste Guanin nachzuweisen sein. —

Die physiologische Bedeutung des im gesunden Organismus sich findenden Guanins ist also nach dem Gesagten eine doppelte: auf der einen Seite ist es ein der Ausscheidung verfallenes Produckt der thierischen Zersetzung, auf der andern Seite — wenngleich ebenfalls durch Zersetzung entstanden — ein bleibender Organbestandtheil mit specifischer Funktion.

Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. C. Voit, für die gütigst gewährte Anleitung und Unterstützung bei dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszudrücken.